第36卷 第2期 昆虫学报 Vol. 36, No. 2
1993年5月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA May, 1993

大豆蚜有翅蚜产生的原因

吕利华 陈瑞鹿
(吉林省农业科学院植保所,公主岭 136100)

摘要 本文研究拥挤、寄主质量、温度和蚜型等因子对大豆蚜(*Aphis glycines*)有翅蚜产生的影响。结果表明:1.大豆蚜无翅胎生成蚜个体间的拥挤是有翅蚜产生的主要原因。在低密度下拥挤反应随密度增大而增强,但过度拥挤会导致反应的降低。无翅若蚜间的拥挤不能导致其本身发育为有翅胎生蚜。2.寄主质量能改变无翅胎生成蚜对拥挤的反应。每笼2头经成熟叶片处理的无翅胎生成蚜后代中有翅蚜的比例高于幼嫩叶片和对照(无叶片)处理,且饥饿不能促进有翅蚜的产生。3.温度能影响有翅蚜的产生。较高的温度(30℃和25℃)较21℃对有翅胎生蚜的产生有较强的抑制作用。4.不同母蚜型产生有翅蚜的能力不同。有翅胎生蚜间的拥挤也能使其在后代中产生少量的有翅蚜,但对拥挤的敏感程度低于无翅胎生蚜。

关键词 大豆蚜 翅的两型现象 拥挤 寄主质量 温度

自1745年 Bonnet 发现孤雌胎生现象后,人们开始对蚜虫的多型现象有了认识,经过长期的研究直到1951年 Bonnemaison 明确了蚜虫个体间的相互作用是有翅蚜形成的主要原因(Lees, 1966)。此后许多国家的研究者对多种蚜虫进行了广泛和深入的研究,得出影响蚜虫有翅蚜产生的因子有拥挤、光周期、温度、寄主植物和母蚜型等,且各因子在不同种类蚜虫中作用的主次不同。本试验在于探索大豆蚜(*Aphis glycines*)翅二型现象形成的原因。

材料和方法

1. 供试虫源

将采自吉林省农科院植保所大豆田中的1头无翅胎生雌蚜培养在沙培的豆苗上,在室温(约21℃)和16小时光照(16L:8D)条件下建立无翅胎生蚜的无性繁殖系。从中取1头无翅胎生幼蚜,豆苗隔离至成蚜,当产幼蚜后,取10头分别隔离(1头/株)作供试虫源,待其发育至成蚜产幼蚜后,再取10头作以后的虫源。试验时从供试虫源中取出供试数量的幼蚜,单株隔离,作为供试虫体。

2. 供试条件

除温度试验外,其余各试验均在温度21±1℃、相对湿度60—80%、光照时间16小时(16L:8D)的玻璃房中进行。寄主植物,选用大豆品种——吉林20号为种子,以其沙培的真叶初现至完全展开的幼苗作供试寄主。

3. 供试虫体的隔离和移接

以豆苗(株)为供试虫体的个体和小群体的隔离单位,不同处理或重复均以养虫缸(直径36cm、高7cm)为隔离单位。检查和移接均在特定加水的操作瓷盘中进行,用湿的软性羊毛笔(蘸水甩干)移接。

本文于1990年3月收到。

4. 试验和统计的基本方法

将隔离的供试虫体(母蚜)于豆苗上产生的 10—15 头幼蚜作为对照批(0 批),然后对母蚜进行不同处理。处理后将母蚜分别移至新鲜豆苗上产蚜 24 小时(1 天),所产幼蚜为处理后的第 1 批,将产完第 1 批的母蚜移到新鲜豆苗上产蚜 2 天,所产幼蚜为第 2 批，再将母蚜移接产蚜 2 天,为第 3 批,如此移接产蚜到处理后的第 9 天或第 11 天(第 5 或第 6 批)供试母蚜结束产蚜。饲养各批幼蚜发育到能清楚分辨翅芽的 4 龄,记载有翅蚜和无翅蚜的数量。

用 Lees 方法表示试验结果 (Lees，1966)。 预备试验结果初步表明， 处理后第 3 批序和后代中有翅蚜比例能够反应出大豆蚜对不同种处理的反应强度，与 Lees 所做的 *Megoura viciae* 对拥挤等刺激的反应型相同。 故此采用处理后第 3 批序和总后代中有翅蚜比例作为衡量大豆蚜对不同处理的反应强度。用这两个指标进行不同处理间差异显著性的独立性测验。采用(2×2)相依表计算 χ^2 值,其计算公式如下:

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 \cdot n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

然后,查 χ^2 表,自由度为 1，比较 $P = 0.01$，0.05 两个水平的差异显著性，比较结果用 * 表示差异显著 ($P \leqslant 0.05$), * * 表示差异极显著 ($P \leqslant 0.01$)，N.S. 表示差异不显著 ($P \geqslant 0.05$)。

5. 试验的处理方法

拥挤试验　用与寄主隔离的 Lees 拥挤处理方法 (Lees，1966),在 40×30mm 称量瓶中进行,用每瓶 1、2、5、10 和 20 头的拥挤密度处理 24 小时。

寄主质量试验　用盆载豆株上深绿色完全展开的复叶做“成熟”叶片，沙培幼苗的完全展开真叶为“幼嫩”叶片。用叶片夹笼(直径 0.8 cm)将每笼 1 或 2 头无翅胎生蚜夹于成熟或幼嫩叶片叶背,另设不夹叶片做对照,处理 24 小时。

温度试验　将每瓶 1、2、5 和 10 头无翅胎生蚜分别在 21±1℃、25±1℃ 和 30±1℃ 恒温下处理 24 小时。

母蚜型试验　供试虫体为有翅胎生蚜,用直径 4cm、长 12cm 捕虫管改制的小笼罩置于有虫豆苗上防止其飞失,每瓶 12 头处理 24 小时。

结　　果

一、拥挤对大豆蚜有翅蚜产生的作用

1. 无翅胎生成蚜间的拥挤

无翅胎生蚜在不同拥挤密度下后代中有翅蚜比例见图 1。

每瓶 1 头母蚜时,后代中没有有翅蚜产生，每瓶 2 头时后代中有翅蚜比例为 **51.1%**，密度为每瓶 5 头时,有翅蚜比例最高,其第 3 批序和后代中有翅蚜比例均显著高于每瓶 2 头的处理 ($\chi^2 = 34.77, 120.5, P < 0.01$),和每瓶 10 头处理相比,第 3 批序间有翅蚜比例没明显差别 ($\chi^2 = 0.348$N.S.),后代间有翅蚜比例差别极显著 ($\chi^2 = 25.4$，$P < 0.01$)。每瓶处理的母蚜数增加到 20 头时，和每瓶 10 头处理相比较，第 3 批序间差别不显著 ($\chi^2 = 2.787$N.S.)，但后代间有翅蚜比例差异明显 ($\chi^2 = 6.02$，$P < 0.05$)，与每瓶 5 头

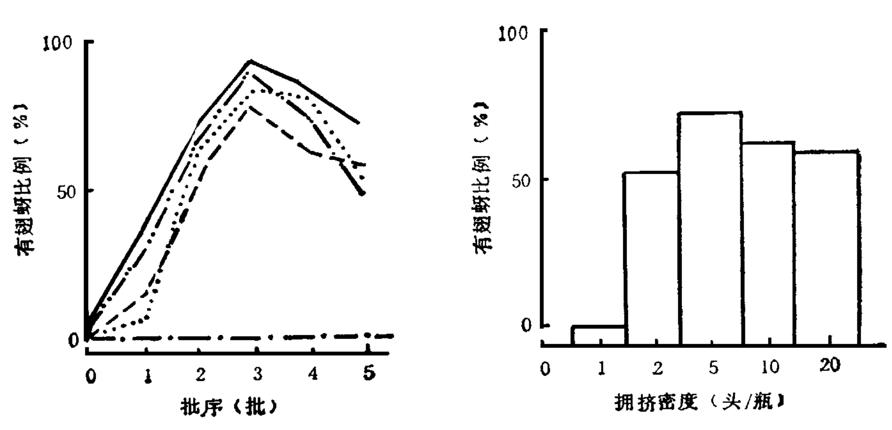


图 1　大豆蚜不同拥挤密度下的各批序后代及总后代中有翅蚜的比例

—·—1 头/瓶，--- 2 头/瓶，—— 5 头/瓶，—··—10 头/瓶，········20 头/瓶，▭总后代

密度处理相比较，母蚜对拥挤的反应有显著下降 $\chi^2 = 4.138$，$P < 0.05$，53.7，$P < 0.01$。以上结果表明，拥挤的无翅胎生蚜产生的有翅蚜数量在较低拥挤密度下随密度增大而增加，高密度时，母蚜对拥挤的反应有所降低。

2. 无翅胎生幼蚜间的拥挤

为了进一步验证幼蚜间的拥挤是否对当代的有翅蚜产生有影响，将隔离的无翅胎生母蚜在 12 小时内产生的幼蚜以 1 头/株豆苗隔离，待发育至某龄(以蜕皮次数为标准)，则进行此龄期的处理。一般在 40×30mm 称量瓶中处理 24 小时，由于 1 龄幼虫耐饥力差，仅处理 12 小时，设不离开寄主且隔离的处理做对照。处理后接幼蚜于新鲜豆苗上，待发育至成蚜时检查，结果见表 1。

表 1　大豆蚜无翅胎生幼蚜间的拥挤作用

处理虫龄	处理方法		重复次数	处理中的死亡率	发育成不同蚜型的数目[1]			χ^2 检验[2]
	虫数（头/瓶）	时间（小时）		(%)	Al（头）	Ap（头）	Al（%）	
1	50±	12	3	10.8	2	161	1.23	2.284 N.S.
2	45±	24	3	13.6	5	109	4.39	0.218 N.S.
3	30±	24	6	19.5	0	142	0.0	5.118*
4	25±	24	10	3.2	2	202	0.98	3.507 N.S.
CK（头/株）	1	0	657	——	23	634	3.5	

1) Al(alatae) 为有翅胎生蚜；Ap(apterae) 为无翅胎生蚜。
2) χ^2 检验是与对照（CK）比较。

试验结果表明，虽然除 3 龄外其余各龄均有少量幼蚜发育成有翅胎生蚜，但和对照相比，发育成有翅蚜的比例差异不显著或显著小于对照，说明无翅胎生幼蚜间的拥挤不能导致其本身发育成有翅蚜。

二、寄主质量对大豆蚜有翅蚜产生的作用

用大豆叶片定性地研究寄主质量对大豆蚜有翅蚜产生的作用，结果见图 2。

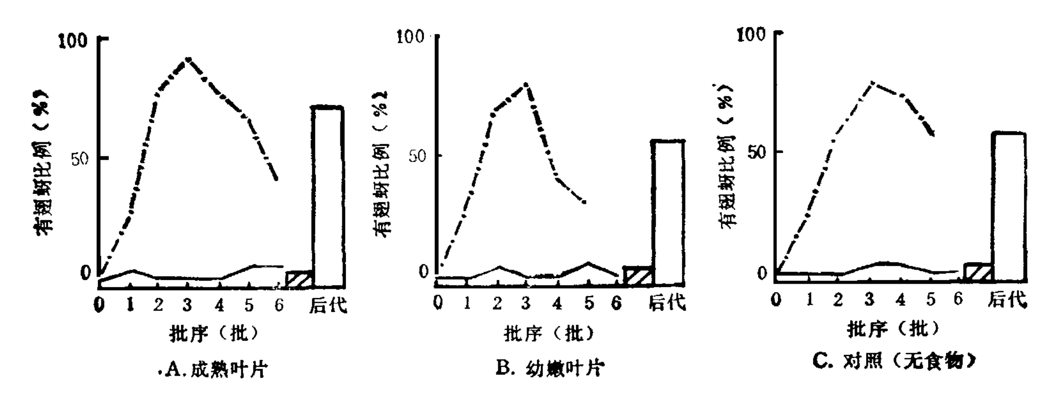


图 2 寄主质量对大豆蚜有翅蚜产生的作用

—·— ▭为 2 头/笼， —— ▨为 1 头/笼

结果表明，每瓶 2 头在寄主质量处理后，所产生的第三批(第 4 和第 5 天)后代和总后代中，成熟叶片处理过的无翅胎生蚜产的有翅蚜比例高于幼嫩叶片处理的（$\chi^2 = 10.59, 81.50$，$P < 0.01$）和对照（$\chi^2 = 12.93, 64.35$，$P < 0.01$），差异极显著，而幼嫩叶片处理和对照之间差异不显著（$\chi^2 = 1.44$，N.S.，0.046N.S)。每笼 1 头的不同处理的无翅胎生蚜所产后代中有翅蚜仅占 0.1—1.5%。以上结果说明成熟叶片能增加拥挤无翅胎生蚜后代中有翅蚜的比例，但饥饿本身对拥挤蚜虫后代中有翅蚜的产生没有促进作用。

三、温度对大豆蚜有翅蚜产生的作用

1. 不同恒温下拥挤试验

将完全隔离的母蚜在不同恒温下进行不同拥挤密度处理，结果见图 3。

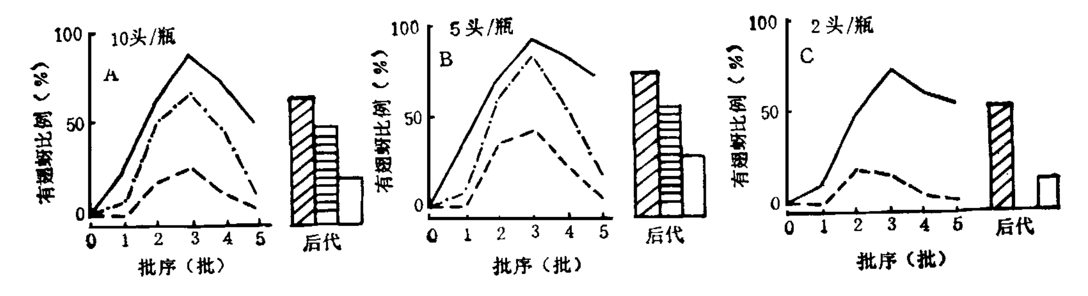


图 3 大豆蚜在不同温度下的不同拥挤密度各批序后代及总后代中有翅蚜比例

—— ▨为 21℃， —·— ▤为 25℃， --- ▯为 30℃

试验结果表明，30℃、25℃ 和 21℃ 温度下相同密度处理的无翅胎生蚜产生的有翅蚜比例不同，随着温度的升高，相同密度(每瓶 2、5 和 10 头)的母蚜后代中有翅蚜的比例呈极显著的下降($P < 0.01$)，而隔离情况下（1 头/瓶）均无有翅蚜产生。说明较高的温度(30℃和 25℃相对 21℃)抑制母蚜后代中有翅蚜的产生，且温度愈高抑制作用愈强。

2. 变温对有翅蚜产生的作用

在 21℃ 下将产生对照批的无翅胎生蚜 10 头/瓶拥挤处理 24 小时，移母蚜至新鲜豆苗上产蚜 1 天，再将各母蚜移于 40×30mm 称量瓶中(1 头/瓶)隔离，置于 26±1℃恒温箱

中处理 24 小时。处理后将母蚜置于 21℃ 下的新鲜豆苗上产蚜 2 天，如此移接至产蚜结束，检查结果。

试验中共有 6 头无翅胎生蚜连续产蚜。对照批中没有有翅蚜产生，拥挤处理后有翅蚜的比例为 41.5%。经过 26±1℃ 温度处理后第 1 天和第 2 天内共产幼蚜 81 头，其中仅有 1 头有翅蚜，而第 3 天和第 4 天、第 5 天和第 6 天、第 7 天和第 8 天所产幼蚜中有翅蚜的比例分别为15.9%、15.8% 和 16.7%，第 9 天和第 10 天所产后代是 6 头无翅幼蚜。说明较高的温度能抑制有翅蚜的产生，且初步推断温度是通过作用于无翅胎生母蚜体内胚胎的翅原组织而影响大豆蚜有翅蚜的产生。

四、蚜型对大豆蚜有翅蚜的影响

从大量产生有翅蚜的豆株上，选取 12 头 4 龄有翅若蚜，用小罩笼 1 头/株隔离。在产生对照批后，拥挤处理（12 头/瓶）24 小时，与 10 头/瓶无翅胎生蚜比较，结果见图 4。

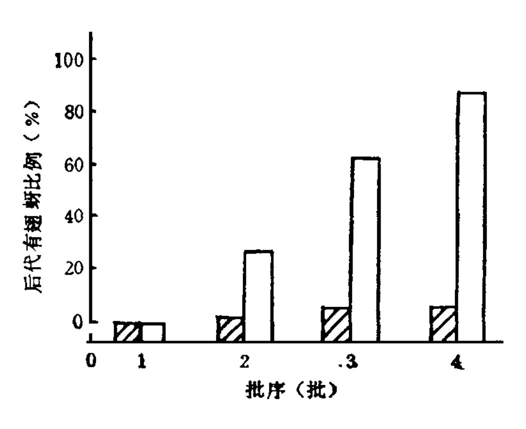


图 4　12 头/瓶有翅胎生蚜和 10 头/瓶无翅胎生蚜后代中有翅蚜的比例

▨有翅胎生蚜，　□无翅胎生蚜

结果表明，大豆蚜有翅蚜拥挤能使其后代中产生极少量有翅蚜，但和 10 头/瓶处理的无翅胎生蚜相比，有翅蚜对拥挤的反应很弱，说明大豆蚜无翅胎生蚜对拥挤的敏感性强于有翅胎生蚜。

讨　　论

不同种蚜虫中影响产生有翅蚜的因子是不同的。大豆蚜无翅胎生成蚜间的拥挤是其后代中大量产生有翅蚜的主要原因。在许多蚜虫中，如蚕豆修尾蚜（*Megoura viciae*）、豌豆蚜（*Acyrthosiphon pisum*）都存在这种有翅蚜产生的生殖前控制，这种控制非视觉、嗅觉引起的，是由蚜虫个体间的接触刺激引起的（Lees，1966；Sutherland，1969a）。另外有些蚜虫无翅胎生成蚜间(生殖前)或无翅幼蚜间(生殖后)的拥挤均可增加后代或当代发育成有翅蚜的比例（Watt 和 Dixon，1981），有些蚜虫拥挤作用仅在幼蚜个体间出现(Kidd 和 Tozer，1984)。本试验表明大豆蚜无翅胎生幼蚜间的拥挤不能导致其本身发育成有翅蚜。对大豆蚜拥挤作用的研究不仅有助于其它影响有翅蚜产生因子的研究，而且有助于大豆蚜田间有翅蚜生态对策的研究。

Lees（1966）提出寄主质量在有翅蚜的产生中仅为一修改因子，即只能影响母蚜拥挤反应的强弱，但 Johnson（1966a）和 Sutherland（1969b）分别通过严格的试验证明寄主质量本身可决定有翅蚜的产生。在大豆蚜的寄主质量试验中，每笼 1 头的不同处理，无翅成蚜对寄主质量的反应不明显，而每笼 2 头时，成熟叶片处理的母蚜比幼嫩叶片处理和对照的母蚜有较高的反应，差异极显著，说明寄主质量的作用是影响大豆蚜无翅成蚜对拥挤的反应，成熟叶片促进拥挤反应。

许多研究者的试验表明，较低温度适合有翅蚜产生，较高温度抑制其产生(Johnson和Birks, 1960; Schaefers 和 Judge, 1971)，且温度在生殖前后均有作用，生殖前的控制作用可能是作用于母蚜体内的胚胎靶体(Johnson, 1966b)。大豆蚜的温度试验初步表明较高温度(30℃和 25℃)对有翅蚜产生的抑制作用较 21℃强，且推断此抑制作用的靶体是胚胎的翅原组织。

另外许多试验证明不同种蚜虫拥挤的有翅成蚜是否产生有翅蚜或产生的多少是不同的 (Lees, 1966; Shaw, 1970)。大豆蚜有翅胎生成蚜拥挤处理后仅产生少量有翅蚜，此现象在其它种蚜虫中也得到证实 (Watt 和 Dixon, 1981)。

在大豆蚜整个生活史中，光周期是有翅蚜产生的一个重要因子，有翅蚜产生试验中其作用是不可忽视的，尤其对性蚜产生的作用，此问题有待今后研究。

参 考 文 献

Johnson, B. & Birks, P. R. 1960 Studies on wing polymorphism in aphids I. The developmental process involved in the production of the different forms. *Ent. exp. appl.* **3**: 327—38.

Johnson, B. 1966a Wing polymorphism in aphids III. The influence of the host plant. *Ent. exp. appl.* **9**: 213—22.

Johnson, B. 1966b Wing polymorphism in aphids IV. The effect of temperature and photoperiod. *Ent. exp. appl.* **9**: 301—13.

Kidd, N. A. C. & Tozer, D. J. 1984 Host plant and crowding effects in the induction of alatae in the large pine aphid, *Cinara pinea*. *Ent. exp. appl.* **35**: 37—42.

Lees, A. D. 1966 The control of polymorphism in aphids. *Adv. Insect Physiol.* **3**: 207—77.

Schaefers, G. A. & Judge, F. D. 1971 Effect of temperature, photoperiod and host plant on alary polymorphism in the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockereli). *J. Insect Physiol.* **17**: 365—79.

Shaw, M. J. P. 1970 Effects of population density on alienicolae of *Aphis fabae* Scop. I. The effect of crowding on the production of alatae in the laboratory. *Ann. appl. Biol.* **65**: 191—6.

Sutherland, O. R. W. 1969a The role of crowding in the production of winged forms by two strains of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.* **15**: 1385—410.

Sutherland, O. R. W. 1969b The role of the host plant in the production of winged forms by two strains of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.* **15**: 2179—201.

Watt, A. D. & Dixon, A. F. G. 1981 The rôle of cereal growth stages and crowding in the induction of alatae in *Sitobion avenae* and its consequences for population growth. *Ecol. Ent.* **6**: 441—7.

STUDY ON THE PRODUCTION OF ALATAE IN SOYBEAN APHID, *APHIS GLYCINES*

LU LI-HUA CHEN RUI-LU

(Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100)

The effective factors causing the production of alatae in soybean aphid *Aphis glycines* were studied in the laboratory. The result shows that crowding of adult apterae plays a main role in the production of alatae, but nymphal apterae are not sensitive to crowding. Although more alatae will be produced when crowding is intensified in colonies of low population, the responses decrease with the overcrowding condition. The quality of soybean leaves is not a factor determining the production of alatae, btu it may change the response of the crowded apterae females to crowding. Aphids starved for 24 hours in isolation give no response to the soybean leaf quality. Temperature and parentage are other factors influencing the proportion of alatae in the progeny of the apterous females. Higher temperature depresses the appearance of winged aphids through the embryo within the apterous females The alatae are less sensitive to crowding than the apterae.

Key words *Aphis glycines*——alary dimorphism——crowding——host plant quality——temperature